

# 每周工作汇报

姓名	侯宇轩	开始日期	2018.10.28	结束日期	2018.11.6
----	-----	------	------------	------	-----------

## 1. 本周任务与计划

### 1.1 研究任务

阅读蔡老师新布置的论文：PDE-Net: Learning PDEs from Data，学习其中的方法，思考如何用其对 level-set 进行改进，来应用在神经纤维瘤分割上。

对之前的深度学习肝脏配准工作进行调整。

## 2. 本周工作概要

### 2.1 当前的进展

学习情况：对 Stanley Osher 和 Ronald Fedkiw 的文章 Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces 进行了学习。这两位是 Level Set 方法的始祖。

上周在查阅参考文献【Zhao et al., A Variational Level Set Approach to Multiphase Motion】后，发现可以化为如下形式：

水平集微分方程

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta_{\epsilon}(\phi) \left[ \mu \nabla \cdot \left( \frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \nu - \lambda_1 (u_0 - C_1)^2 + \lambda_2 (u_0 - C_2)^2 \right]$$

而

$$C_1(\phi) = \frac{\int u_0(\vec{x})H(\phi(\vec{x})) d\vec{x}}{\int H(\phi(\vec{x})) d\vec{x}},$$

$$C_2(\phi) = \frac{\int u_0(\vec{x})(1 - H(\phi(\vec{x}))) d\vec{x}}{\int (1 - H(\phi(\vec{x}))) d\vec{x}}.$$

PDE-net 中的对偏微分方程的要求是，该方程是一个或若干的变量的小于某个正整数阶的微分项的线性组合。但以上的微分方程中有众多非线性项：如曲率  $\nabla \cdot \frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}$ ，还有积分项  $C_1, C_2$ 。 $H$  函数是取值为 0、1 的奇异函数。如此多的非线性项是非常难以求解的，而且据作者所说，该方程使用迭代法求解需要不断进行重新初始化。

本周新找到一篇论文：**【Tai et al. A Binary Level Set Model and Some Applications to Mumford–Shah Image Segmentation】**，其中作者使用了一种分段常函数代替以上非线性方程。

假设水平集函数

$$\phi(x) = \begin{cases} 1, & x \in \Omega_1, \\ -1, & x \in \Omega \setminus \Omega_1. \end{cases}$$

规定

$$u(x) = \begin{cases} c_1, & \phi(x) = 1, \\ c_2, & \phi(x) = -1. \end{cases}$$

那么

$$u = \frac{c_1}{2}(\phi + 1) - \frac{c_2}{2}(\phi - 1).$$

若有多个区域，我们可以用  $N$  个水平集函数来分割  $2^N$  个区域。按照以上的形式定义区域  $\Omega_i$  的特征函数  $\psi_i$ ：

$$\psi_i = \frac{(-1)^{s(i)}}{2^N} \prod_{j=1}^N (\phi_j + 1 - 2b_j^{i-1}).$$

那么

$$u = \sum_{i=1}^{2^N} c_i \psi_i.$$

因此，能量函数可以化为

$$F(\phi, c) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} |u - u_0|^2 dx dy + \beta \sum_{i=1}^n \int_{\Omega} |\nabla \psi_i| dx dy,$$

其中第一项为图像信息项，第二项为边界长度项（正则项）。在这个函数中，边界是由连续的零水平集函数表示的，求解过程中也只对一些光滑凸函数进行求解，避免了引入不可微的  $H$  函数和  $\delta$  函数等等。

## 2.2 周一交流情况

我回顾了 PDE-net 的训练过程。它要求给出初始的若干个时间步的演化情况作为训练数据，之后 PDE-net 可以进行继续演化，同时预测一个最高阶小于某个正整数的线性微分方程。那么，实际上无论我们将水平集微分方程如何改变形式，我们只需要生成初始几步的演化情况即可。

蔡老师认为，现在应该做的是先将 PDE-net 跑通，然后可以使用比较原始（简化较少而精度较高）的水平集函数生成初始演化数据。

与传统加速方法 fast marching 作比较，能够去除其约束/能够提高其速度都是可选的创新。

## 3. 下周工作计划

对新数据进行训练。

搭建 PDE-net 网络。

注：下周即将进入考试周

附表：工作整理

任务类型	任务内容	截止日期	当前进度
工作	肝脏分割比赛 （浙一举办） 负责 registraion 部分	结束	对肝脏配准继续进行研究、调整。
工作	神经纤维瘤研究 （中期目标）		蔡老师提出新方法：使用偏微分方程网络 PDE-net 对 level set 进行改进。正在学习相关内容。

本周工作时长：8 小时\*5+ 3 小时\*2 = 46 小时。